

**ANALISA KOORDINASI *RECLOSER* DAN OCR (*OVER CURRENT RELAY*)
UNTUK HUBUNG SINGKAT PADA PENYULANG 9 DISTRIBUSI 20 KV GI
BAWEN**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan
Teknik Elektro Fakultas Teknik**

Oleh:

ADY TYA RAMADANI

D 400 140 061

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA KOORDINASI *RECLOSER* DAN OCR (*OVER CURRENT RELAY*)
UNTUK GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA PENYULANG 9
DISTRIBUSI 20 KV GI BAWEN**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh:

ADY TYA RAMADANI

D 400 140 061

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



UMAR, ST, MT

NIK.731

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA KOORDINASI *RECLOSER* DAN OCR (*OVER CURRENT RELAY*)
UNTUK GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA PENYULANG 9
DISTRIBUSI 20 KV GI BAWEN**

OLEH

ADY TYA RAMADANI


D 400 140 061

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Rabu, 31/01.. 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Umar, ST, MT
(Ketua Dewan Penguji)
2. Agus Supardi, ST.MT
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Hasyim Asy'ari, ST.MT
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,

H. Sufi Mulyono, M.T., Ph.D
NIK. 682

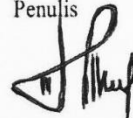
PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya

Surakarta, 31 Januari 2018

Penulis



ADY TYA RAMADANI

D 400 140 061

ANALISA KOORDINASI *RECLOSER* DAN OCR (*OVER CURRENT RELAY*) UNTUK GANGGUAN HUBUNG SINGKAT PADA PENYULANG 9 DISTRIBUSI 20 KV GI BAWEN

Abstrak

Tingkat keamanan yang baik sangat diperlukan pada sistem proteksi untuk menjaga ke stabilan tenaga listrik. Kecepatan dan tanggap terhadap gangguan sangat diperlukan terhadap sistem proteksi agar dapat bekerja sesuai fungsinya. *Recloser* dan OCR (*Over Current Relay*) merupakan peralatan proteksi yang sangat berperan pada pengamanan jaringan tegangan menengah. OCR mendeteksi adanya gangguan terhadap arus yang selanjutnya memerintahkan *recloser* (pemutus) agar terbuka secara otomatis. *Recloser* dapat membuka dan menutup jaringan secara otomatis dengan pengaturan buka tutup yang dapat diatur. Ketika sifat gangguan hanya sementara maka *recloser* otomatis akan *reclose* kembali sesuai dengan pengaturan yang diterapkan pada sistem dan ketika gangguan bersifat permanen *recloser* akan otomatis open setelah *reclose* beberapa kali. Pengaturan *reclose* pada *recloser* umumnya diatur sebanyak tiga kali *reclose* sebelum *open* permanen. Dalam penulisan tugas akhir menganalisa (t) *recloser* dan OCR pada gangguan di penyulang 9 distribusi 20 KV GI Bawen, dengan menghitung (t) OCR di sisi *incoming* dan sisi *outgoing* dan yang terakhir mencari besaran (t) *recloser*. Gangguan paling besar terjadi di kilometer 1 sebesar $9675,9 \angle -83,58^\circ \text{A}$, dan yang paling sedikit terjadi di kilometer 10 sebesar $2718,9 \angle -71,58^\circ \text{A}$. Nilai OCR *incoming* tms sebesar = 0,25 detik, dan $t = 0,03$ detik, dan nilai OCR *outgoing* tms sebesar = 0,25 detik, $t = 0,57$ detik sedangkan perhitungan yang terakhir dari *recloser* tms sebesar = 0,6 detik, $t = 1,30$ detik.

Kata Kunci: Sistem Proteksi, *Recloser*, OCR

Abstract

A good level of security is indispensable on the protection system for keeping to the inflexible pieces of electric power. Speed and responsiveness to the disruption badly needed against the protection system to work according the function. *Recloser* and OCR (*Over Current Relay*) is the very role of protection equipment on a safety medium voltage network. OCR detect any disruption to current that subsequently ordered the *recloser* (breaker) to open automatically. *Recloser* can open and shut automatically by setting the open lid that can be arranged. When the nature of the interference is only temporary then it will automatically *reclose* *recloser* returned correspond to the settings that were applied on the system and when the disruption is permanent *recloser* will automatically *reclose* open after a few times. Setting *reclose* on *recloser* is generally arranged three times before *reclose* open permanently. In the writing of the final task to analyze (t) *recloser* and OCR on disturbances in penyulang 9 20 KV distribution GI Bawen, by calculating the OCR (t) on the side of the incoming and outgoing side and the latter seeking a quantity (t) the *recloser*. Most great disturbances occurred at kilometer 1 of $9675.9 \angle -83, 58^\circ \text{A}$, and the least is happening in 10 kilometers of $2718.9 \angle -71, 58^\circ \text{A}$. The value of OCR incoming tms of = 0.25 seconds, and $t = 0.03$ seconds, and the value of OCR outgoing tms of = 0.25 seconds, $t = 0.57$ seconds while the latter calculation of *recloser* tms of = 0.6 seconds, $t = 1.30$ seconds.

Keywords: Protection system, *Recloser*, OCR

1. PENDAHULUAN

Saat ini listrik menjadi kebutuhan primer khususnya masyarakat Indonesia. PT PLN (persero) merupakan badan usaha negara dengan melayani semua masyarakat untuk keperluan listrik. Pembangkit,, transmisi serta distribusi adalah urutan dari PLN agar kebutuhan listrik terpenuhi. Berbagai kendala banyak terjadi di sistem distribusi seperti hal nya listrik padam serta kerusakan pada peralatan yang ada di jaringan.

Terbagi menjadi dua hubung singkat sendiri seperti asimetris serta simetris. Asimetris sendiri seperti gangguan singkat antar fasa tanah (*Line-Line*), dan dua fasa tanah (*Line-Line-Ground*) serta satu fasa tanah (*Line-Ground*). Sedangkan pada simetris adalah meliputi gangguan singkat tiga fasa ke tanah (*Line-Line-Line*) dan tiga fasa (*Line-Line-Line*). Dalam sistem jaringan distribusi gangguan fasa tanah merupakan jaringan distribusi yang sering mengalami gangguan. Penyebab rusaknya penyulang diakibatkan proses pentanahan yang kurang bagus. (Xiangning,2011)

Sangat diperlukan suatu keandalan pada listrik untuk kelancaran penyaluran listrik ke pelanggan. Untuk mencapai suatu sistem keandalan yang baik diperlukan koordinasi yang baik juga pada sistem kelistrikan agar bisa mendapatkan waktu tunda ke arus gangguan.(Martinez, 2005). Dalam koordinasi yang ada di proteksi memerlukan relay diantaranya OCR (*Over Current Relay*) serta *recloser* . Untuk menghindari kesalahan singkat atau berulang ulang maka *recloser* menggunakan sistem relay yang bekerjanya secara teratur. Proses menutup balik *recloser* bisa memberikan stabilitas serta keandalan pada catu daya (Jung, 2011). Cara kerja *recloser* adalah *reclose* secara otomatis yang bisa di *setting* waktunya dengan memerintahkan PMT. Sedangkan OCR kerjanya adalah mendeteksi arus lebih dan menyuruh PMT untuk memutus, dalam perbedaannya ada di pembalik yang dalam OCR tidak memiliki tersebut. Dalam posisi letak OCR ada di penyulang 9 GI Bawen sisi *incoming* dan *outgoing*, dan *recloser* pada posisi kilometer 3.

Menghitung gangguan bagian dari koordinasi analisa, dengan menggunakan data yang tersedia untuk menentukan nilai arus maksimum dan minimum (Ruschel, 1998). Menganalisa koordinasi *recloser* dan OCR dengan mencari nilai kerja waktu berapa lama serta seberapa besar besaran tiap titik. untuk menentukan nilai waktu kerja dan besaran tiap titik. Beban rumah rumah dan industri adalah jaringan tegangan menengah 20 KV, gangguan sendiri bisa semakin tambah apabila terdapat rumah rumah baru dan pabrik pabrik baru.

2. METODE

Penelitian ini dengan judul “Analisa Koordinasi *Recloser* dan OCR (*Over Current Relay*) Pada Penyulang 9 Distribusi 20 KV Bawen”. Penelitian ini dilakukan di APD Semarang dan direncanakan penelitian ini dapat diselesaikan dalam waktu 3 bulan. Dengan tahapan dari proses studi literature, pengumpulan data, analisa data, kesimpulan.

2.1 Studi Literatur

Berisikan kajian penulis dari beberapa referensi berupa karya ilmiah, buku dan internet yang bersangkutan dengan pengerjaan laporan ini.

2.2 Pengumpulan data

Sebagai keberlangsungan analisa, pengambilan data dilakukan dengan mencari informasi data dari APD Semarang.

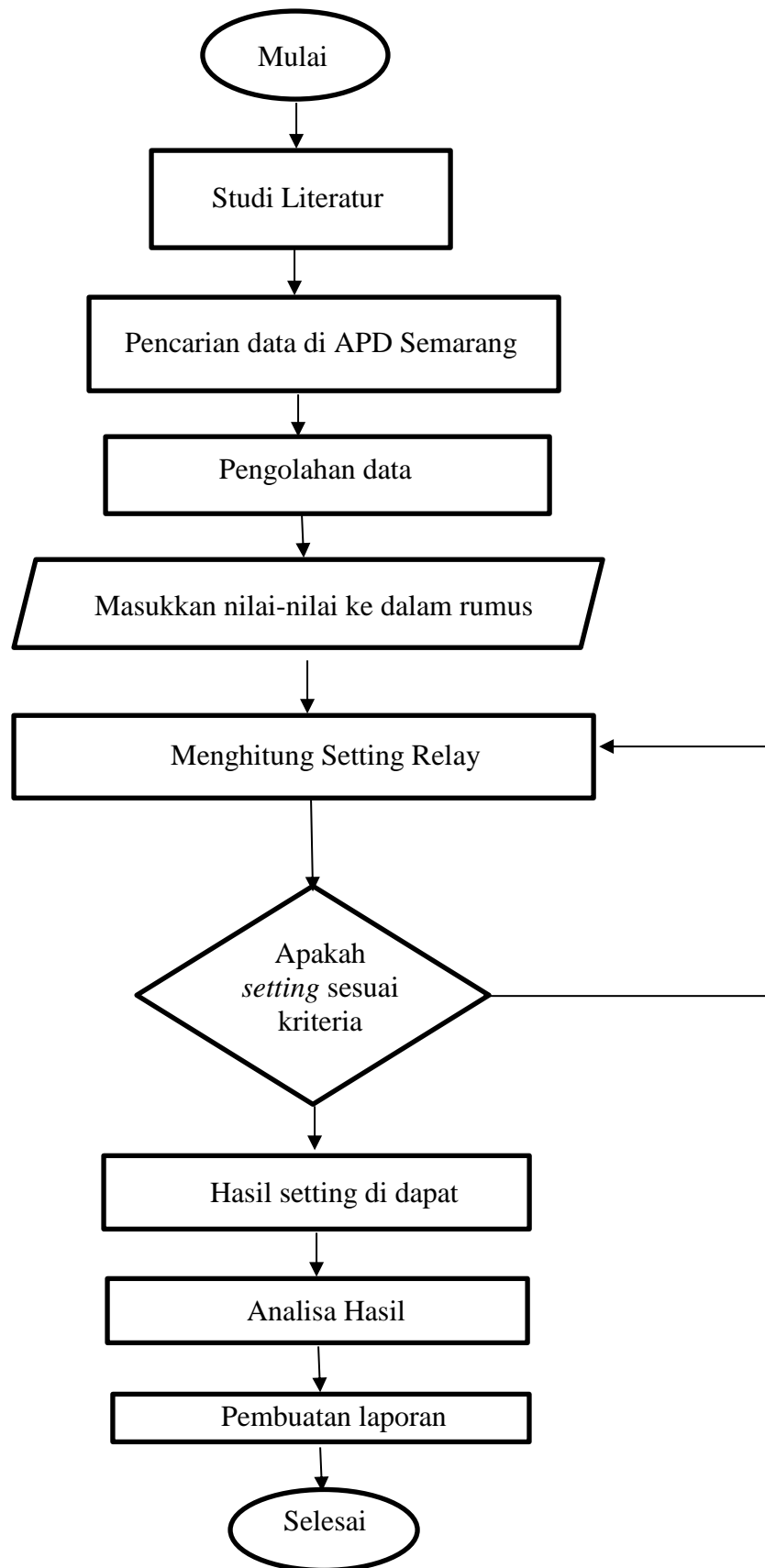
2.3 Analisa data

Proses pemahaman terhadap data yang telah diperoleh, Proses Analisa data digunakan untuk menentukan nilai *setting* OCR dan *recloser* agar lebih selektif terhadap arus.

2.4 Kesimpulan

Hasil akhir dari Analisa yang telah dijalankan

2.5 Flowchart Penelitian



Gambar 1. Flowchart

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini meliputi data yang diperoleh dari penelitian di APD Semarang dan pembahasan dari hasil perhitungan.

Tabel 1. Data Trafo 2 GI Bawen.

Kapasitas Daya	60 MVA
Tegangan pada sisi primer dan sekunder	150/20 KV
Impedansi	12,33%
MVA hubung singkat	7397,21 MV

3.1 Perhitungan arus hubung singkat

Mencari V per unit (PU)

$$\begin{aligned} V \text{ (PU)} &= \left(\frac{\text{kV sebenarnya}}{\text{kV dasar}} \right) \dots\dots\dots(1) \\ &= \left(\frac{20 \text{ kV}}{20 \text{ kV}} \right) \\ &= 1 \text{ pu} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Z \text{ dasar} &= \left(\frac{\text{kV}^2}{\text{MVA}} \right) \dots\dots\dots(2) \\ &= \frac{(20 \text{ kV})^2}{60 \text{ MVA}} \\ &= 6,67 \, \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I \text{ dasar} &= \frac{\text{kVA}}{\sqrt{3} \cdot \text{kV}} \dots\dots\dots(3) \\ &= \frac{60.000 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 20} \\ &= 1732,05 \text{ A} \end{aligned}$$

3.2 Menentukan Impedansi Sumber Pada Sisi 20 kV

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{sumber}} &= j \left(\frac{\text{kV}^2}{\text{MVA} \cdot \text{hs}} \right) \dots\dots\dots(4) \\
 &= \left(\frac{20^2 \text{ kV}}{7397,21 \text{ MV}} \right) \\
 &= j 0,05407 \, \Omega
 \end{aligned}$$

Z sumber per unit (PU)

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{pu}} &= j \left(\frac{Z_{\text{sumber}}}{Z_{\text{dasar}}} \right) \dots\dots\dots(5) \\
 &= j \left(\frac{0,05407 \, \Omega}{6,67 \, \Omega} \right) \\
 &= j 0,00811 \text{ pu}
 \end{aligned}$$

3.3 Menghitung Impedansi Trafo

$$\begin{aligned}
 Z_{\text{baru}} &= Z_{\text{lama}} \times \left(\frac{\text{kV lama}}{\text{kV baru}} \right)^2 \times \left(\frac{\text{MVA lama}}{\text{MVA baru}} \right) \dots\dots\dots(6) \\
 &= 0,1233 \, \Omega \times \left(\frac{20 \text{ kV}}{20 \text{ kV}} \right)^2 \times \left(\frac{60 \text{ MVA}}{60 \text{ MVA}} \right) \\
 &= j 0,1233 \text{ pu}
 \end{aligned}$$

3.4 Menghitung impedansi saluran positif negatif

Z saluran positif = Z saluran negatif

Impedansi di jarak 2 km

$$\begin{aligned}
 &= 2 \times (0,1344 + j0,3158 \, \Omega) \dots\dots\dots(7) \\
 &= 0,26880 + j0,63160 \, \Omega
 \end{aligned}$$

Z saluran positif, negative dalam pu

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,26880 + j 0,63160 \, \Omega}{6,67 \, \Omega} \dots\dots\dots(8) \\
 &= 0,04030 + j 0,09469 \text{ pu}
 \end{aligned}$$

Menghitung Z_{total} positif, negative

$$Z_1 = Z_2 = Z_{\text{sumber}} + Z_{\text{trafo}} + Z_{\text{saluran}}$$

$$= j 0,00811 + j 0,1233 + (0,04030 + j 0,09469 \Omega) \dots \dots \dots (9)$$

$$= 0,04030 + j 0,22610 \text{ pu}$$

Menghitung arus hubung singkat 3fasa pada jarak 2km.

$$I_{3\text{fasa}} = \frac{V}{Z_1} \dots \dots \dots (10)$$

$$= \frac{1+j0}{(0,04030+j 0,22610 \Omega)}$$

$$= \frac{1<0}{0,229<79,91}$$

$$= 4,366 < -79,91^\circ \text{ A}$$

Hasil perhitungan ketika di jarak 2 km

$$= (4,366 < -79,91) \times 1732 \text{ A} \dots \dots \dots (11)$$

$$= 7563,3 < -79,91^\circ \text{ A}$$

Perhitungan arus hubung singkat 2fasa di jarak 2km.

$$I_{2\text{fasa}} = \frac{V_{ph}}{Z_1+Z_2} \dots \dots \dots (12)$$

$$= \frac{(1+j0)}{2 \cdot (0,04030+j 0,22610 \Omega)}$$

$$= \frac{1<0}{0,45800<4,5}$$

$$= 2,18341 < 1,783^\circ \text{ A}$$

Hasil perhitungan ketika di jarak 2 km

$$= (2,18341 < -1,783^\circ) \times 1732 \text{ A} \dots \dots \dots (13)$$

$$= 3781,65 < 1,783^\circ \text{ A}$$

Tabel 2. Hasil Perhitungan Dimulai Dari Jarak 1 km

Arus Hubung Singkat		
Jarak Gangguan	3 Fasa	2 Fasa
1 km	9675,9 \angle -83,58° A	4824,51 \angle 4,38° A
2 km	7563,3 \angle -79,91° A	3781,65 \angle 1,78° A
3 km	6207,8 \angle -77,54° A	3103,94 \angle 4,14° A
4 km	5248,4 \angle -75,9° A	2619,004 \angle -0,50° A
5 km	4545,9 \angle -74,7° A	2272,96 \angle 0,69° A
6 km	4009,2 \angle -73,78° A	2004,62 \angle 1,61° A
7 km	3585,9 \angle -73,05° A	1792,96 \angle 2,34° A
8 km	3243,4 \angle -72,47° A	1621,72 \angle 2,92° A
9 km	2955,6 \angle -71,98° A	1477,81 \angle 3,41° A
10 km	2718,9 \angle -71,58° A	1359,49 \angle 3,81° A

Dari tabel di atas bisa disimpulkan bahwa setiap panjang jarak gangguan hasilnya juga berbeda-beda. Semakin Panjang jarak gangguan semakin kecil pula arus yang ada pada jarak gangguan tersebut dikarenakan adanya impedansi saluran. Arus yang besar terdapat pada jarak 1 km yang terletak pada 3 fasa 9675,9 \angle -83,58° A, sedangkan arus yang terkecil terdapat pada jarak 10 km yang terletak pada 3 fasa 2718,9 \angle -71,58° A.

3.5 Mencari nilai *setting* OCR dan *Recloser*

Posisi *recloser* terletak di kilometer 3, sehingga menggunakan data 3 fasa yang letaknya di kilometer 3 sebesar 6207 A pada tabel 2.

I nominal 231 Ampere

CT = 300 : 1 A

$$\begin{aligned} I_{\text{set primer}} &= 1,2 \times I_{\text{nominal}} \dots\dots\dots(14) \\ &= 1,2 \times 231 \text{ A} \\ &= 277,2 \text{ A} \end{aligned}$$

3.6 Mencari (t) recloser

Menggunakan data yang letak lokasinya di jarak 3 km.

$$\begin{aligned} t &= \text{TMS} \frac{0,14}{(I_{\text{fault}} / I_{\text{set primer}})^{0,02} - 1} \dots\dots\dots(15) \\ t &= 0,6 \text{ s} \frac{0,14}{(6207 \text{ A} / 277,2 \text{ A})^{0,02} - 1} \\ &= 1,30943 \text{ detik} \end{aligned}$$

3.7 Menentukan waktu kerja OCR Incoming

Menentukan nilai setting OCR pada sisi *incoming* diambil arus gangguan yang dekat dengan OCR yaitu sebesar 9675 Ampere.

I nominal = 1732 A

CT = 2000 : 5 A

$$\begin{aligned} I_{\text{set primer}} &= 1,2 \times I_{\text{nominal}} \dots\dots\dots(14) \\ &= 1,2 \times 1732 \text{ A} \\ &= 2078,4 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{\text{set sekunder}} &= 2078,4 \text{ A} \times \frac{5}{2000} \\ &= 5,2 \text{ Ampere} \end{aligned}$$

Pemeriksaan waktu kerja OCR Incoming

$$\begin{aligned} t &= \text{TMS} \frac{0,14}{(I_{\text{fault}} / I_{\text{set primer}})^{0,02} - 1} \dots\dots\dots(15) \\ t &= 0,25 \text{ s} \frac{0,14}{(9675 \text{ A} / 2078,4 \text{ A})^{0,02} - 1} \\ t &= 0,03394 \text{ detik} \end{aligned}$$

3.8 Menentukan waktu kerja OCR *Outgoing*

Menentukan nilai setting OCR pada sisi *outgoing* diambil arus gangguan yang dekat dengan OCR yaitu sebesar 9675 Ampere.

$$I_{\text{nominal}} = 400 \text{ A}$$

$$CT = 800 : 5 \text{ A}$$

$$I_{\text{set primer}} = 1,2 \times I_{\text{nominal}} \dots\dots\dots(14)$$

$$= 1,2 \times 400 \text{ A}$$

$$= 500 \text{ Ampere}$$

$$I_{\text{set sekunder}} = 500 \text{ A} \times \frac{5}{800}$$

$$= 3,125 \text{ Ampere}$$

Pemeriksaan waktu kerja OCR pada sisi *outgoing*

$$t = TMS \frac{0,14}{(I_{\text{fault}} / I_{\text{set primer}})^{0,02} - 1} \dots\dots\dots(15)$$

$$t = 0,25 \frac{0,14}{(9675 \text{ A} / 500 \text{ A})^{0,02} - 1}$$

$$t = 0,57339 \text{ detik}$$

Tabel 3 Hasil Perhitungan Waktu Kerja OCR dan *Recloser* Pada Hulu dan Hilir

<i>Setting</i>	<i>OCR incoming</i>		<i>OCR outgoing</i>		<i>Recloser</i>	
	KM 1 (hulu)	KM 2 (hilir)	KM 1 (hulu)	KM 2 (hilir)	KM 3 (hulu)	KM 10 (hilir)
I set primer	2078,4 A	2078,4 A	500 A	500 A	277,2 A	277,2 A
I set sekunder	5,2 A	5,2 A	3,125 A	3,125 A	0,9 A	0,9 A
Tms	0,25 s	0,25 s	0,25 s	0,25 s	0,6 s	0,6 s
T	0,03 s	1,33 s	0,57 s	0,62 s	1,30 s	1,79 s

Dari tabel diatas di simpulkan bahwa nilai (t) yang berbeda-beda di karenakan faktor impedansi, semakin lama (t) relay maka titik hulu semakin jauh. Relay akan bekerja dengan cepat ketika ada arus yang besar. Faktor impedansi saluran mempengaruhi waktu kerja OCR dan *recloser*, terlihat pada awal saluran akan bekerja lebih lama dibanding ujung saluran.

4. PENUTUP

Kesimpulan koordinasi *recloser* dan OCR di penyulang 9 distribusi 20 kv GI bawen sebagai berikut :

- 1). Gangguan paling besar terjadi di kilometer 1 sebesar $9675,9 \angle -83,58^\circ \text{A}$, dan yang paling sedikit terjadi di kilometer 10 sebesar $2718,9 \angle -71,58^\circ \text{A}$ pada penyulang 9 di GI bawen
- 2). Nilai impedansi mempengaruhi jumlah arus gangguan, impedansi yang kecil akan berpengaruh pada nilai arus gangguan yang semakin membesar dan sebaliknya.
- 3). Perhitungan dari OCR sisi *incoming* $t_{ms} = 0,25$ detik, dan $(t) = 0,03$ detik, OCR sisi *outgoing* = 0,25 detik, dan $(t) = 0,57$ detik, dan yang terakhir perhitungan *recloser* $t_{ms} = 0,6$ detik, $(t) = 1,30$ detik.
- 4). Faktor impedansi saluran mempengaruhi waktu kerja OCR dan *recloser*, terlihat pada awal saluran akan bekerja lebih lama dibanding ujung saluran.

PERSANTUNAN

Ady Tya Ramadani mengucapkan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis bisa mengerjakan dengan tepat waktu. Selain itu penulis juga ucapkan kepada :

- 1). Bapak – Ibuk yang selalu memberi masukan, motivasi dan doa sampai si penulis bisa menyelesaikan tugas akhir.
- 2). Bapak Umar S.T.,M.T. sebagai dosen pembimbing serta ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- 3). Mas Dayat selaku pegawai PT PLN (Persero) Area Pengatur Distribusi DIY & Jateng selalu memberikan informasi data yang kurang sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir.
- 4). Teman-teman Teknik Elektro UMS angkatan 2014 yaitu Bowo, Tiyok, Angga, Wahyu, Sigit, Bandung, Rosid serta semua angkatan 2014.
- 5). Pihak-pihak yang sering meyemangati dan membantu untuk menyelesaikan tugas akhir yaitu Bowo, Juri Efendi.

DAFTAR PUSTAKA

- B.I. Jung etc All. (2011). "*Reclosing operation characteristics of the flux-coupling type SFCL in a single-line to ground fault*". Korea. Physica C.
- Cekdin, C., dan T. Barlian. 2013. "*Transmisi Daya Listrik*". Yogyakarta. Andi
- Martinez , E.V., dan A.C. Enriquez. 2005. "*Enhanced time overcurrent coordination*". Mexico. Electric Power Systems Research 457-465 IEEE
- Ruschel, W.J., dan A. A. Wayne. 1989. "Coordination of Relays, Reclosers, and Sectionalizing Fuses for Overhead Lines in the Oil Patch". *IEEE Transactions On Industry Applications*, Vol. 25.
- Xiangning Lin. etc All, (2007) , "*A Selective Single Phase To Ground Fault Protection For Neutral Un Effectively Grounded System*". China. Electrical Power and Energy Systems 33 (2011) 1012-1017